République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de 20 Aoûte 1955 Skikda

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des sciences Agronomiques

Domaine : Sciences de la nature et la vie
Filière : sciences Agronomiques
Spécialité : production et Nutrition animale

Thème :

Optimisation de la qualité nutritionnelle du foie de volaille par alimentation ciblée du poulet de chair et valorisation industrielle en conserve fonctionnelle.

Réalisée par :

Gourgane Ikram
Tamine Khaled
Bouderdara Anfel

***Encadrant* : Dr. Faiza Oudjane**

MEMBRE DU JURY

SOUILAH NABILA	*MCA*	*Présidant*	*Université 20 août 1955 Skikda*
OUDJANE FAIZA	MCA	Encadreur	*Université 20 août 1955 Skikda*
SAYAD IBTISEM	*MCB*	*Examinateur*	*Université 20 août 1955 Skikda*

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Nous adressons nos remerciements les plus respectueux à Mme (Oudjane faiza), notre encadrante de mémoire, pour son encadrement rigoureux, ses conseils précieux, sa disponibilité constante et son soutien tout au long de l'élaboration de ce travail.

Nous remercions également l'ensemble des enseignants du département pour la qualité de la formation dispensée, leur engagement et leurs efforts continus afin d'assurer un enseignement rigoureux et enrichissant.

Nous n'oublions pas de remercier toutes les personnes qui nous ont apporté leur aide, leur encouragement et leur soutien moral durant la réalisation de ce mémoire.

Enfin, nous exprimons notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail.

Dédicace

À la mémoire de ma très chère mère, qu'Allah le Très-Haut lui accorde Sa miséricorde et l'accueille dans Son vaste Paradis. Voilà vingt et un ans qu'elle nous a quittés, mais son souvenir demeure profondément gravé dans mon cœur et dans ma mémoire, source permanente de reconnaissance, de fidélité et de prières.

Je dédie le fruit de ce modeste travail à son âme pure, en implorant Allah Tout-Puissant de l'accepter sincèrement pour Sa noble Face, d'en faire une œuvre inscrite dans la balance de ses bonnes actions et de l'envelopper de Son infinie miséricorde et de Son pardon.

À mon cher père, qui a toujours été et demeure un soutien précieux tout au long de mon parcours académique et personnel, qu'Allah le préserve et lui accorde une longue vie.

À vous tous, je dédie humblement ce travail.

(Ikram Gourgane)

Dédicace

-À celle qui fut et demeure la lumière qui éclaire mon chemin, le soutien dont je tire force et détermination…

À ma chère mère, incarnation de la tendresse et de la générosité, source de patience et d'espoir, je prie Dieu de la protéger et de lui accorder santé, bien-être et bonheur.

À mon père.

À mes chers frères, qui avez partagé mes joies et mes rêves, et qui avez toujours été à mes côtés.

Et à tous ceux qui m'ont tendu la main et soutenu, de près ou de loin, et qui ont contribué à ce que j'en arrive là.

Je vous dédie le fruit de ce modeste travail, espérant qu'il sera pour vous une source de fierté et de bonheur.

(Bouderdara anfel).

Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'arrêté ministériel n°1275 et porte sur la valorisation du foie du poulet de chair par une approche combinant l'enrichissement alimentaire et la transformation technologique en une conserve fonctionnelle stable et sûre.

Le travail repose sur une étude bibliographique approfondie ainsi qu'une enquête socio-économique en ligne, visant à analyser le potentiel de valorisation du foie de volaille et l'intérêt d'un produit fonctionnel à base de foie de poulet.

L'analyse s'appuie sur des données issues de la littérature scientifique et de sources spécialisées afin d'évaluer l'effet de l'alimentation enrichie (graines de lin, vitamine E et sélénium) sur la qualité nutritionnelle du foie, ainsi que l'impact des procédés de transformation sur la stabilité et la sécurité du produit final.

Enfin, les résultats de l'enquête montrent un intérêt globalement favorable pour le développement d'une conserve fonctionnelle à base de foie de poulet, mettant en évidence son potentiel de valorisation industrielle, nutritionnelle et économique.

Mots-clés : Foie de poulet de chair ; Valorisation ; Enrichissement alimentaire ; Conserve fonctionnelle ; Qualité nutritionnelle ; Transformation technologique.

Abstract

-This thesis is carried out within the framework of Ministerial Decree No. 1275 and focuses on the valorization of broiler chicken liver through a combined approach involving dietary enrichment and technological processing into a safe and stable functional food product.

The work is based on an in-depth literature review and an online socio-economic survey aimed at analyzing the potential for valorizing poultry liver and the interest in developing a functional chicken liver-based product.

The analysis relies on scientific literature and specialized sources to assess the effect of enriched diets (flaxseed, vitamin E, and selenium) on the nutritional quality of liver, as well as the impact of processing techniques on the stability and safety of the final product.

Finally, the survey results indicate a generally positive interest in developing a functional chicken liver-based product, highlighting its industrial, nutritional, and economic valorization potential.

Keywords: Broiler chicken liver; Valorization; Dietary enrichment; Functional food; Nutritional quality; Technological processing.

الملخص

يُنجز هذا البحث في إطار القرار الوزاري رقم 1275، ويركز على تثمين كبد دجاج اللحم من خلال مقاربة تجمع بين التحسين الغذائي والمعالجة التكنولوجية لتحويله إلى منتج غذائي وظيفي آمن ومستقر.

يعتمد هذا العمل على مراجعة ببليوغرافية معمقة ودراسة استقصائية اجتماعية واقتصادية عبر الإنترنت، بهدف تحليل إمكانية تثمين كبد الدواجن ومدى اهتمام المستهلكين بتطوير منتج وظيفي يعتمد على كبد الدجاج.

ويستند التحليل إلى الأدبيات العلمية والمصادر المتخصصة لتقييم تأثير التغذية المحسنة (ببذور الكتان، فيتامين E، والسيلينيوم) على الجودة الغذائية للكبد، إضافة إلى تأثير عمليات التحويل الغذائي على استقرار وسلامة المنتج النهائي.

وأخيرًا، تشير نتائج الاستبيان إلى وجود اهتمام عام إيجابي بتطوير منتج وظيفي قائم على كبد الدجاج، مع إبراز إمكانياته في التثمين الصناعي والغذائي والاقتصادي.

الكلمات المفتاحية: كبد دجاج اللحم؛ التثمين؛ التحسين الغذائي؛ الأغذية الوظيفية؛ الجودة الغذائية؛ التحويل التكنولوجي

Liste des abréviations

BMC : Business Model Canvas

SWOT : Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

ANOVA : Analyse de la variance

HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Points

FAO : Food and Agriculture Organization

OMS / WHO : Organisation Mondiale de la Santé / World Health Organization

NIH : National Institutes of Health

Aw : activité de l'eau

pH : potentiel hydrogène

ISO : International Organization for Standardization

R&D : Research and Development (Recherche et Développement)

Liste des figures

Figure 01 : Image des différents types de poulet de chair

Figure 02 : Souche Ross 308

Figure 03 : Souche Cobb 500

Figure 04 : Souche Hubbard F-15

Figure 05 : Les souches à croissance moyenne

Figure 06 : Exemple de pâte à base de foie de poulet commercialisé

Figure 07 : Produit de type terrine à base de foie de poulet.

Figure 08 : Modèle de conserve alimentaire élaborée à base de foie de poulet.

Figure 09 : Stérilité commerciale Principe de la stérilité commerciale des conserves alimentaires

Figure 10 : Zone de danger thermique et effet de la température sur la croissance bactérienne.

Figure 11 : Contrôle microbiologique des produits alimentaires transformés par culture sur gélos

Figure 12 : Pesée individuelle des foies pour le calcul des indices morphologiques et hépatiques

Figure 13 : Conservation des échantillons à basse température afin de préserver leur qualité nutritionnelle et microbiologique.

Figure 14 : Collecte et préparation des foies de poulet destinés aux analyses physico-chimiques.

Figure 15 : Tri et séparation des échantillons de foie de poulet selon leur destination expérimentale (analyses nutritionnelles et transformation technologique).

Figure 16 : Lavage et égouttage des foies de poulet avant transformation

Figure 17 : Opération de dégorgeage des foies de poulet dans une saumure.

Figure 18 : Homogénéisation du mélange de foie de poulet et des ingrédients technologiques.

Figure 19 : Mise en boîte du produit dans des emballages métalliques.

Figure 20 : Opération de sertissage assurant la fermeture hermétique des boîtes de conserve.

Figure 21 : Autoclaves utilisés pour la stérilisation thermique des conserves alimentaires.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Business Model Canvas (BMC) du projet : alimentation enrichissante et valorisation du foie de poulet

Tableau 2 : Analyse des concurrents : nature et intensité de la concurrence

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières

Remerciements I
Dédicace II
Résumé IV
Abstract V
Liste des abréviations VII
Liste des figures VIII
Liste des tableaux IX
Table des matières X

Introduction générale 1
Objectif général 3
Objectifs spécifiques 3

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique 4

1. Poulet de chair 4
2. Foie de poulet de chair 13
3. Alimentation ciblée du poulet de chair 17
4. Valorisation industrielle du foie 18
5. Sécurité et qualité des conserves 23

Chapitre 2 : Étude socio-économique 27

1. Business Model Canvas 27
2. Analyse SWOT 29
3. Nature et intensité de la compétition 30
4. Résultats du questionnaire 31

Chapitre 3 : Matériel et méthodes 35
Axe 1 : Enrichissement nutritionnel du foie par l'alimentation 35
Axe 2 : Transformation technologique et valorisation économique du foie..... ...41

Chapitre 4 : Résultats et discussion 45

1. Résultats 45
2. Discussion 49

Conclusion générale 55
Perspectives 55
Références bibliographiques 57
Annexes 61

Introduction

Le secteur avicole occupe une place importante dans l'agriculture algérienne, en raison de sa contribution à la production de viandes blanches, à l'approvisionnement en protéines animales et à la création d'emplois directs et indirects. En Algérie, la filière avicole a été décrite comme un secteur regroupant environ 20 000 éleveurs et employant près de 500 000 personnes, tout en assurant une production annuelle importante de viande blanche et d'œufs de consommation. Cependant, cette filière reste confrontée à plusieurs contraintes, notamment la forte dépendance aux intrants importés, en particulier le maïs et le tourteau de soja utilisés dans l'alimentation animale.

Sur le plan nutritionnel, les produits avicoles représentent une source précieuse de protéines de haute qualité. Selon la FAO, la viande de volaille est riche en protéines, en vitamines du groupe B, en phosphore et en autres minéraux, tandis que la viande de poulet et les œufs constituent des sources intéressantes de protéines de haute valeur biologique et de micronutriments essentiels.

Dans ce contexte, la valorisation des coproduits avicoles, notamment le foie de poulet de chair, constitue une piste pertinente. Le foie est un organe à forte densité nutritionnelle, naturellement riche en protéines et en micronutriments tels que le fer, le phosphore, les vitamines du groupe B et certains composés bioactifs. Les bases de données de composition alimentaire, comme USDA FoodData Central, sont couramment utilisées comme référence pour documenter la composition nutritionnelle des aliments, y compris les abats de volaille.

Par ailleurs, l'amélioration de la qualité nutritionnelle des produits avicoles peut être envisagée à travers des stratégies d'enrichissement alimentaire. La FAO indique que les produits avicoles peuvent être enrichis en nutriments d'intérêt, notamment en acides gras oméga-3, en sélénium et en autres micronutriments. Plusieurs travaux expérimentaux montrent également que l'incorporation de graines de lin ou d'huile de lin dans l'alimentation des poulets peut modifier le profil lipidique des tissus et augmenter leur teneur en acides gras polyinsaturés oméga-3. Toutefois, cette stratégie peut aussi accroître la sensibilité des tissus à l'oxydation, ce qui justifie l'ajout d'antioxydants tels que la vitamine E, la vitamine C ou le sélénium.

Malgré son intérêt nutritionnel, le foie de poulet reste souvent consommé sous une forme simple et peu transformée. Sa valorisation sous forme de conserve fonctionnelle pourrait permettre d'améliorer sa stabilité, sa disponibilité et son acceptabilité par le consommateur. Toutefois, la mise au point d'un tel produit exige une maîtrise rigoureuse du procédé thermique, car les conserves à base

de produits animaux sont généralement considérées comme des aliments peu acides. Le Codex Alimentarius souligne que les traitements thermiques des conserves peu acides doivent être établis scientifiquement afin d'assurer la stérilité commerciale et de limiter les risques microbiologiques, notamment ceux liés à Clostridium botulinum. La FDA définit également les aliments en conserve peu acides comme des produits ayant un pH d'équilibre supérieur à 4,6 et une activité de l'eau supérieure à 0,85.

La problématique est d'arrivée améliorer la qualité nutritionnelle du foie de poulet de chair par l'enrichissement alimentaire, puis le valoriser sous forme d'une conserve fonctionnelle stable, sûre et acceptable sur les plans nutritionnel, microbiologique et sensoriel.

L'objectif général de cette étude est d'optimiser la qualité nutritionnelle du foie de poulet de chair par modification de l'alimentation des animaux, puis de valoriser ce foie enrichi dans une conserve fonctionnelle présentant une bonne stabilité, une sécurité microbiologique satisfaisante et une acceptabilité sensorielle par le consommateur.

Elle vise à formuler une ration enrichies à base de graines de lin, d'huile de lin, de vitamine E, de sélénium ou d'antioxydants naturels ; évaluer l'effet de ces rations sur la composition nutritionnelle du foie de poulet ; développer une conserve fonctionnelle à base de foie enrichi ; étudier l'effet du traitement thermique sur la qualité nutritionnelle, microbiologique et sensorielle du produit fini ; comparer la conserve enrichie avec une conserve témoin ; déterminer l'intérêt nutritionnel et technologique de la valorisation du foie de poulet enrichi.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres. Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique portant sur le secteur avicole, la composition nutritionnelle du foie de volaille, les stratégies d'enrichissement alimentaire et les notions relatives aux aliments fonctionnels. Selon la FAO, les aliments fonctionnels sont des aliments contenant des composants biologiquement actifs capables d'apporter des bénéfices au-delà de la nutrition de base.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude socioéconomique du projet. Il comprend le Business Model Canvas, l'analyse des concurrents et l'analyse SWOT, afin d'évaluer la faisabilité du projet, le positionnement du produit et son potentiel de commercialisation.

Le troisième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés. Il présente le dispositif expérimental, les rations alimentaires, les analyses nutritionnelles, les paramètres microbiologiques, les essais de transformation et le procédé de mise en conserve du foie enrichi.

Le quatrième chapitre expose les résultats obtenus et leur discussion. Il porte sur l'effet des rations enrichies sur la composition du foie, l'impact du traitement thermique sur la qualité du produit, ainsi que l'évaluation nutritionnelle, microbiologique et sensorielle de la conserve finale.

Chapitre I

Synthèses bibliographique

1. Evolution de l'aviculture dans le monde :

Certaine étude indique que la diffusion du poulet s'est probablement faite via la Russie, tandis qu'en Inde, sa domestication aurait eu lieu de manière indépendante, ou bien qu'il aurait été introduit depuis l'Asie du Sud-Est. Des preuves historiques montrent également que les combats de coqs étaient pratiqués en Inde il y a environ 3000 ans, ce qui témoigne de l'ancienneté de la relation entre l'homme et le poulet dans cette région. (Alders et Pym, 2009)

En Afrique, les poules domestiques sont présentes depuis plusieurs siècles et font désormais partie intégrante de la vie quotidienne des populations. Leur rôle ne se limite pas à l'alimentation et à la génération de revenus, mais s'étend aussi à des dimensions symboliques et culturelles, le coq étant parfois utilisé dans certains emblèmes politiques et expressions culturelles, ce qui reflète son importance dans les sociétés africaines. (Alders, 2005).

2. Évolution de l'aviculture en Algérie :

2.1. Avant 1969 :

Avant 1969, l'aviculture en Algérie était de type traditionnel et familial, reposant sur des moyens rudimentaires et une production limitée ne couvrant pas la demande nationale. La consommation de viande blanche ne dépassait pas environ 250 g par habitant et par an.

2.2. De 1969 à 1979 :

Cette période a marqué le début de l'organisation du secteur à travers la mise en place de structures de soutien, notamment l'Office National des Aliments du Bétail (ONAB), chargé de la production des aliments et de la régulation du marché. Des coopératives ont également été créées pour encadrer les éleveurs, mais leur efficacité est restée limitée.

La production était caractérisée par la présence de deux principaux types de producteurs :

- Un secteur autogéré à faible performance
- Un secteur privé dominant

La production de viande blanche a connu une amélioration relative, tandis que celle des œufs est restée insuffisante, entraînant un recours à l'importation. Malgré certaines contraintes techniques et organisationnelles, cette phase a constitué une base pour le développement du secteur.

3. Le plan national avicole (1980–1984) :

Cette période s'est distinguée par une réorganisation du secteur, marquée par la réduction du rôle direct de l'État et l'encouragement des éleveurs, ainsi que par la généralisation de l'activité avicole à l'ensemble du territoire.

Les rôles des institutions ont été redéfinis, avec un renforcement de la formation et de l'encadrement technique, ainsi qu'un élargissement de la base des producteurs dans les secteurs public et privé. Ces mesures ont permis une amélioration notable de la production et de la consommation, avec un bilan globalement positif.

4. Le deuxième plan quinquennal (1985–1989) :

Ce plan s'inscrit dans la continuité du précédent et vise à renforcer la production et la consommation, tout en encourageant les investissements, notamment privés, et en améliorant la formation et la diversification des productions.

Cette période a été marquée par une augmentation significative de la production de viande de volaille, ainsi que par une réduction progressive du recours aux importations, malgré la persistance de certaines contraintes liées aux intrants. (fenardji, 1990)

5. Poulet de chair :

5.1. Définition du poulet de chair :

Le poulet de chair est défini comme un type de poulet élevé spécifiquement pour la production de viande. Il se caractérise par une croissance rapide, résultant d'une sélection génétique rigoureuse visant à améliorer les performances zootechniques, notamment le gain de poids et l'indice de conversion alimentaire. Contrairement aux poules pondeuses, ce type de volaille est destiné à l'abattage à un âge relativement jeune, lorsque sa viande est encore tendre et présente une bonne qualité technologique et nutritionnelle. De plus, les deux sexes, mâles et femelles, sont exploités dans ce système de production intensive, ce qui contribue à une rentabilité économique élevée dans le secteur avicole. (FAO, 2013).

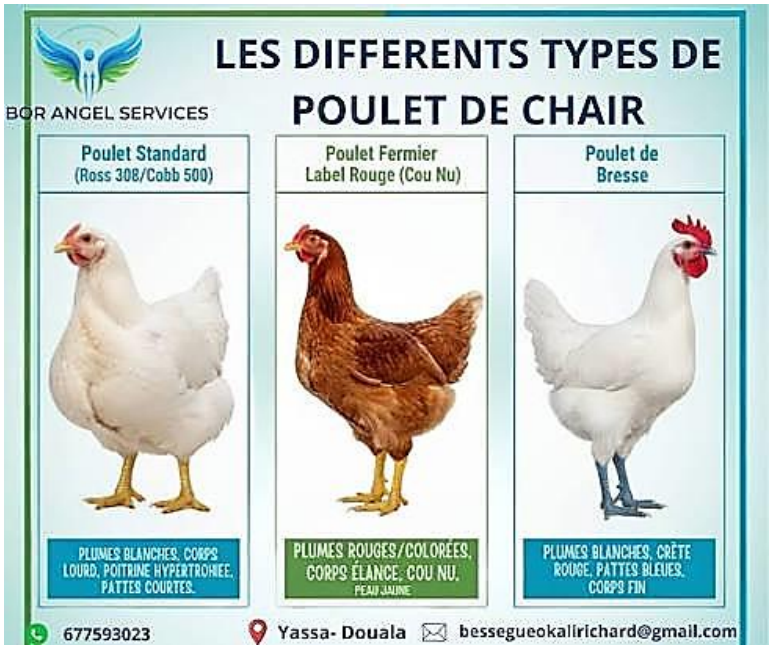




Figure 01 : Image des différents types de poulet de chair

5.2. Les différentes souches :

Le choix de la souche constitue un facteur déterminant dans la réussite d'un projet d'élevage de poulets de chair. En effet, les souches se distinguent par leur vitesse de croissance, leur efficacité de conversion alimentaire ainsi que leur capacité d'adaptation aux conditions d'élevage. D'une manière générale, on distingue les souches à croissance rapide et celles à croissance moyenne.

5.2.1. Les souches à croissance rapide

Ces souches se caractérisent par une prise de poids rapide en une courte période, ce qui permet de réduire la durée d'élevage et d'assurer une meilleure rentabilité économique. Parmi les principales souches, on peut citer

a. Souche Ross 308 :

-Elle se distingue par sa croissance rapide et sa capacité à atteindre le poids de commercialisation en un temps réduit. Elle présente également une bonne masse musculaire dès les premières phases de croissance, ainsi qu'une peau claire appréciée sur le marché.



Figure 02 : Souche Ross 308

b. Souche Cobb 500 :

-Cette souche est reconnue pour sa capacité à atteindre des poids élevés en peu de temps (environ 2,5 kg en 40 jours). Elle présente une excellente efficacité de conversion alimentaire, des coûts de production relativement faibles, ainsi qu'une bonne homogénéité du lot.



Figure 03 : Souche Cobb 500

c. Souche Hubbard F-15 :

-Il s'agit d'une souche largement utilisée, caractérisée par de bonnes performances d'élevage. Elle se distingue par un faible taux de mortalité, un plumage blanc dense et une aptitude à atteindre des poids élevés, en plus de bonnes caractéristiques physiologiques.



Figure 04 : Souche Hubbard F-15

Les souches à croissance moyenne

Également appelées souches locales ou semi-intensives, elles présentent une croissance plus lente que les souches industrielles, mais offrent généralement une meilleure résistance aux conditions environnementales. Elles atteignent en moyenne un poids d'environ 2 kg entre 70 et 80 jours. Parmi ces souches, on trouve :

- Poulet de chair roux
- Poulet à cou nu (rouge ou noir).(Forma JEC, 2021)

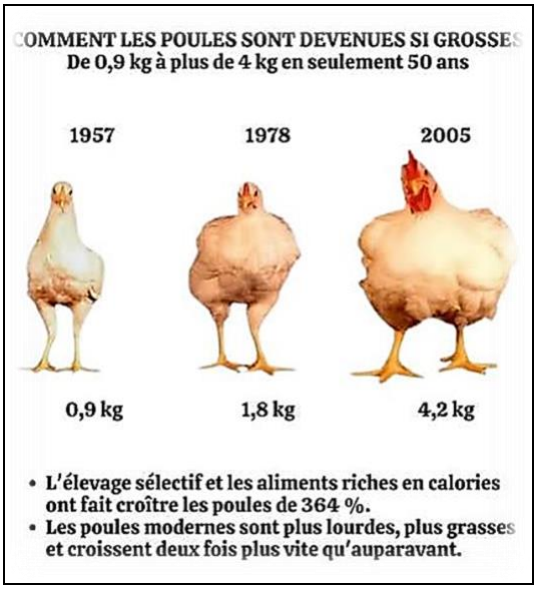


Figure 05 : Les souches à croissance moyenne

5.2.3. Présentation de la souches cobb 500 :

La souche Cobb 500 est considérée comme l'une des principales souches de poulets de chair au niveau mondial. Elle a été développée afin d'obtenir de hautes performances de production avec une bonne efficacité économique. Cette souche se caractérise par une grande capacité d'adaptation à différentes conditions d'élevage, programmes d'alimentation et systèmes de gestion, tout en maintenant une bonne homogénéité au sein du troupeau et une stabilité des performances de production. (Cobb-Vantress)

La souche Cobb 500 (femelles) présente également des performances de croissance élevées, avec un poids pouvant dépasser 2,3 kg à l'âge de 35 jours. Elle montre un indice de conversion alimentaire compris entre 1,2 et 1,8 selon l'âge, ainsi qu'une augmentation progressive de la consommation d'aliment avec l'avancement en âge, ce qui reflète une forte efficacité productive durant la phase d'élevage précoce.

Les performances de production et le rendement en viande dépendent de facteurs essentiels tels que le poids vif, l'âge et la qualité de l'alimentation. Le rendement de la carcasse, notamment celui du filet, augmente avec le poids et l'âge, et les oiseaux plus âgés peuvent présenter un meilleur rendement à poids égal que les oiseaux plus jeunes.

L'alimentation influence directement la croissance et la qualité de la carcasse. Les niveaux de protéines et d'acides aminés dans l'aliment déterminent la vitesse de croissance et le rendement en viande. Une augmentation de ces niveaux améliore la production de viande de filet mais augmente le coût de l'aliment, tandis qu'une réduction diminue les coûts mais ralentit la croissance et réduit l'efficacité de conversion alimentaire. (Cobb-Vantress, Cobb500 Broiler Performance & Nutrition Supplement, 2022).

6. Influence de l'alimentation sur la composition des tissus :

L'alimentation exerce une influence déterminante sur la composition des tissus et la qualité de la viande chez le poulet de chair. L'utilisation d'huiles et de matières grasses oxydées peut favoriser le stress oxydatif ainsi que l'oxydation des lipides et des protéines tissulaires, avec des répercussions négatives sur certaines caractéristiques de la viande. De plus, les niveaux d'énergie et de protéines brutes constituent des facteurs essentiels de la composition corporelle, en modulant notamment le dépôt lipidique dans les muscles et les autres tissus, ainsi que plusieurs propriétés physicochimiques de la viande (Cherian et al., 2007 ; Saleh et al., 2019).

Les acides aminés jouent également un rôle central dans la synthèse des protéines musculaires et la régulation des processus métaboliques. La méthionine participe au renforcement du système antioxydant et à l'amélioration de certaines caractéristiques de la viande, tandis que l'arginine favorise le développement de la masse musculaire maigre et limite l'accumulation excessive des lipides. Les acides aminés à chaîne ramifiée interviennent aussi dans la croissance musculaire et dans l'amélioration de certaines qualités organoleptiques de la viande (Kidd & Tillman, 2016 ; Tan et al., 2014).

Les vitamines sont indispensables dans l'alimentation du poulet de chair. Les vitamines C et E, connues pour leurs propriétés antioxydantes, contribuent à réduire le stress oxydatif et à préserver la qualité de la viande, alors que les vitamines A et D peuvent influencer le développement musculaire et certaines caractéristiques tissulaires (Surai, 2002 ; Niu et al., 2009).

Par ailleurs, l'incorporation de sources d'acides gras oméga-3, telles que l'huile de poisson ou les graines de lin, permet de modifier favorablement le profil lipidique des tissus et d'augmenter la teneur en acides gras bénéfiques. Les probiotiques et les probiotiques améliorent la santé intestinale et le statut antioxydant de l'animal, ce qui peut influencer le métabolisme lipidique, la composition corporelle et la qualité de la viande (Fritts & Waldroup, 2003 ; Wang et al., 2016). Les enzymes exogènes contribuent à une meilleure digestibilité des nutriments et à une utilisation plus efficace de lie et des protéines alimentaires, avec des effets indirects sur la composition corporelle (Bedford, 2000). Enfin, les composés polyphénoliques d'origine végétale, présents dans les extraits de plantes et les huiles essentielles, possèdent des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes qui participent à l'amélioration de la qualité de la viande et à la préservation de l'intégrité des tissus (Botsoglou et al., 2002 ; Windisch et al., 2008).

7. Le foie de poulet de chair :

7.1. Physiologie du foie :

Le foie assure de nombreuses fonctions essentielles à l'organisme. Sur le plan digestif, il participe à la production et à l'excrétion de la bile, ainsi qu'à l'élimination des pigments biliaires. Il joue également un rôle fondamental dans le métabolisme, notamment dans la régulation du glucose, la néoglucogenèse, le métabolisme des lipides et la synthèse des protéines plasmatiques. Par ailleurs, il intervient dans les fonctions sanguines, en assurant la production de facteurs de coagulation, et remplit une fonction de détoxification en transformant et en éliminant les substances toxiques, notamment par la synthèse de l'urée. L'ensemble de ces fonctions fait du foie un organe indispensable à la survie (Centre Hépato-Biliaire Paul Brousse, 2014 ; Manuels MSD, 2025)

7.2. Valeur nutritive du foie de poulet :

Le foie de poulet présente une valeur nutritionnelle intéressante. En moyenne, 100 g de foie fournissent environ 160 kilocalories (soit 671 kJ). Les abats, de manière générale, apportent une valeur énergétique moyenne d'environ 139 kilocalories. Le foie constitue ainsi une source importante de nutriments essentiels, ce qui renforce son intérêt dans l'alimentation humaine. (Kirouani & Kechida, 2014).

7.3. Limites nutritionnelles possibles, surtout l'excès de vitamine A :

a. **Les lipides :**

Les matières grasses sont utilisées dans l'alimentation animale afin d'augmenter la densité énergétique des rations sans accroître significativement leur volume, ce qui est particulièrement important chez les volailles à fort potentiel de croissance. Un déficit en acides gras essentiels peut entraîner un retard de croissance, des troubles du métabolisme lipidique et une altération de l'état sanitaire, tandis qu'un excès lipidique peut favoriser des déséquilibres métaboliques et une accumulation excessive des graisses dans les tissus (Lessire, 2001).

b. Les vitamines :

Les vitamines jouent un rôle essentiel dans l'alimentation des volailles. Leur carence peut entraîner divers troubles, tels qu'un retard de croissance, une baisse de l'immunité, une détérioration de la santé osseuse, ainsi qu'une diminution de la fertilité, du taux d'éclosion et de la production d'œufs. Certaines carences vitaminiques peuvent également provoquer des troubles nerveux, hémorragiques et métaboliques. À l'inverse, un excès de certaines vitamines, notamment les vitamines A et D, peut entraîner des effets toxiques se manifestant par des déformations osseuses, des dépôts anormaux de calcium dans les tissus et une baisse des performances productives et reproductives. Il est donc indispensable de respecter les niveaux recommandés en vitamines dans les aliments afin de garantir la santé et les performances des volailles (FAO, 2013 ; Dumas, 2024).

c. Les minéraux :

Les minéraux constituent des nutriments indispensables à la croissance, à l'intégrité du squelette et aux performances de production chez les volailles. Des déséquilibres minéraux, qu'il s'agisse de déficits en calcium, phosphore, magnésium, sodium, zinc, cuivre ou manganèse, ou d'apports excessifs, peuvent perturber le développement, la reproduction et la viabilité des animaux (Ontario, 2022 ; Alliance Élevage, 2023).

8. Alimentation ciblée du poulet de chair :

8.1.Enrichissement en oméga 3 par graines ou huile de lin et vitamine E et sélénium :

Selon Albergamo et al. (2022), l'enrichissement de l'alimentation des poulets de chair par les graines de lin, le sélénium et la vitamine E améliore significativement la qualité nutritionnelle et fonctionnelle des tissus animaux. Les auteurs ont observé une amélioration du profil en acides gras polyinsaturés, des indices lipidiques favorables à la santé ainsi qu'une augmentation de certains micronutriments essentiels. Ces résultats confirment l'intérêt de la manipulation nutritionnelle comme stratégie de valorisation des produits avicoles.

L'enrichissement de l'alimentation en vitamine E et en sélénium vise à renforcer les défenses antioxydantes de l'organisme et à protéger les lipides tissulaires contre l'oxydation, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité nutritionnelle et de la stabilité du produit final (Albergamo et al., 2022).

9. Valorisation industrielle de foie :

9.1.Le pâté de foie

Le pâté de foie est un produit carné transformé appartenant aux produits de troisième transformation. Il est obtenu par hachage fin du foie mélangé à des matières grasses, de l'eau et divers ingrédients technologiques, puis soumis à une émulsifiassions et à un traitement thermique permettant la stabilisation de la structure par coagulation des protéines. Les principales matières premières utilisées sont le foie, riche en protéines, fer et vitamines, les matières grasses responsables de la texture et de la formation de l'émulsion, ainsi que des additifs fonctionnels tels que les caséinates, l'amidon, les alginates et les polyphosphates, en plus du sel et du sucre qui améliorent les propriétés technologiques et sensorielles du produit. La fabrication de ce produit constitue une valorisation industrielle importante du foie, matière première très périssable, en permettant d'augmenter sa durée de conservation, de réduire les pertes, d'améliorer son acceptabilité sensorielle et de produire une denrée à forte valeur ajoutée économique et nutritionnelle (BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries, 1998).



Figure 06 : *Exemple de pâte à base de foie de poulet commercialisé*

9.2. Terrine de foie

La terrine est une préparation charcutière traditionnelle relevant de la cuisine française. Le terme désigne à la fois le récipient utilisé pour la cuisson et le produit fini obtenu. Le CNRTL précise également que le mot « terrine » renvoie à un récipient de terre cuite ou de faïence, mais aussi à une préparation culinaire servie froide, comme la terrine de foie gras ou la terrine de lièvre (CNRTL,2000).

Sur le plan technologique, la terrine est généralement élaborée à partir de viandes, d'abats, de poissons ou de légumes hachés, assaisonnés et mélangés à différents ingrédients tels que les épices, les aromates et parfois des matières grasses. Le mélange est ensuite placé dans un moule adapté, puis soumis à une cuisson lente, souvent au bain-marie, afin d'assurer une répartition homogène de la chaleur et de préserver les qualités organoleptiques du produit. Après cuisson, le refroidissement et la conservation au froid sont nécessaires pour stabiliser la texture, favoriser le développement des arômes et limiter les risques microbiologiques. À ce titre, les principes généraux d'hygiène du Codex Alimentarius insistent sur l'importance du contrôle des étapes de cuisson, de refroidissement, de réfrigération et de stockage pour garantir la sécurité et la qualité des aliments transformés (Codex Alimentarius, 1969).

Dans le cas de la terrine de foie, cette technologie représente une voie intéressante de valorisation des foies de volaille. En effet, le foie de poulet est un abat à forte densité nutritionnelle, caractérisé par sa richesse en protéines, en vitamines du groupe B, notamment la vitamine B12 et les folates, ainsi qu'en minéraux tels que le fer et le phosphore. Les données de composition nutritionnelle issues de bases alimentaires comme USDA Food Data Central montrent que le foie de poulet constitue une source importante de protéines et de micronutriments essentiels, ce qui renforce son intérêt dans le développement de produits alimentaires à valeur ajoutée.

Ainsi, la transformation du foie de poulet en terrine permettrait non seulement de valoriser un coproduit avicole souvent sous-exploité, mais aussi d'obtenir un produit transformé apprécié pour sa texture, sa saveur et sa valeur nutritionnelle. Cette approche peut contribuer à diversifier les produits issus de la filière avicole et à

proposer au consommateur un aliment plus stable, plus attractif et mieux adapté aux exigences de conservation et de consommation.



Figure 07 : *Produit de type terrine à base de foie de poulet.*

9.3 conserve de foie

Des études récentes ont montré que le foie de poulet cru peut être contaminé par des agents pathogènes d'origine alimentaire, notamment Campylobacter spp. et Salmonella spp., ce qui confère au traitement thermique un rôle déterminant dans l'assurance de la sécurité sanitaire de ce produit. La FAO et l'OMS soulignent que les produits avicoles constituent une source fréquente de salmonellose humaine et que la cuisson adéquate représente la principale mesure de maîtrise du risque microbiologique (FAO/WHO, 2015).

Dans ce contexte, la cuisson constitue une étape critique permettant de garantir la sécurité microbiologique des denrées alimentaires d'origine animale. Toutefois, la maîtrise du couple temps–température représente un compromis technologique essentiel entre l'innocuité microbiologique et la préservation des qualités technologiques et sensorielles du produit.

En effet, dans les produits transformés à base de foie de volaille, tels que les pâtés et les terrines, les consommateurs privilégient généralement une couleur légèrement rosée et une texture crémeuse, bien que ces caractéristiques puissent correspondre à des niveaux de cuisson proches des limites de sécurité microbiologique. Les travaux de Qu et al. (2021) ont montré que les paramètres de cuisson influencent de manière significative les propriétés physico-chimiques du foie de poulet, notamment la perte de masse, la contraction des tissus, la texture et les changements de couleur.

Ainsi, la définition de conditions optimales de cuisson, généralement situées dans une plage de 70 à 73,9 °C à cœur, apparaît essentielle afin d'assurer simultanément la sécurité microbiologique et une qualité sensorielle acceptable. Ces résultats constituent une base scientifique importante pour le développement de produits transformés à base de foie, notamment les terrines et les conserves alimentaires (Qu et al., 2021 ; EFSA, 2020).



Figure 08 : *Modèle de conserve alimentaire élaborée à base de foie de poulet.*

9.4. Intérêt économique du coproduit :

Les coproduits comestibles de la filière avicole, notamment le foie de poulet, constitue une ressource économique encore sous-exploitée. Leur valorisation par transformation en produits à valeur ajoutée permet d'améliorer la rentabilité de la filière, de réduire les coûts de gestion des sous-produits et de limiter les impacts environnementaux.

Dans une logique d'économie circulaire, la littérature souligne l'intérêt de la valorisation des coproduits animaux. Jayathilakan et al. (2012) indiquent que ces sous-produits peuvent être efficacement convertis en aliments ou ingrédients fonctionnels, contribuant à une meilleure utilisation des ressources issues de l'abattage. La FAO (2019) met également en avant le rôle de la valorisation des pertes et déchets alimentaires dans l'amélioration de la durabilité des systèmes alimentaires.

Par ailleurs, la richesse nutritionnelle du foie de poulet renforce son intérêt pour le développement de produits alimentaires à valeur ajoutée. Ainsi, sa valorisation s'inscrit dans une approche combinant performance économique et durabilité environnementale (Jayathilakan et al., 2012 ; FAO, 2019).

9.5. Sécurité et qualité des conserves :

a. Stérilité commerciale

La stérilité commerciale constitue l'un des objectifs fondamentaux de la fabrication des conserves alimentaires. Elle correspond à l'état dans lequel le produit est exempt de micro-organismes capables de se développer dans des conditions normales de stockage. Pour garantir cette sécurité, les matières premières utilisées doivent être saines, exemptes de parasites, de substances toxiques, de matières altérées et de corps étrangers. Elles doivent faire l'objet d'une inspection rigoureuse avant leur introduction dans la chaîne de transformation. De plus, les opérations de remplissage, de fermeture hermétique, de traitement thermique et de refroidissement doivent être réalisées dans des conditions d'hygiène strictes afin d'éviter toute contamination du produit final. Ces exigences sont essentielles pour assurer la stabilité et la sécurité des conserves au cours de leur durée de conservation (Codex Alimentarius, CXC 1-1969).



Figure 09 : *Stérilité commerciale Principe de la stérilité commerciale des conserves alimentaires*

b. Traitement thermique

Le traitement thermique représente une étape clé dans la fabrication des conserves. Il vise à réduire ou éliminer les micro-organismes susceptibles d'altérer le produit et à prolonger sa durée de conservation. Lorsqu'un blanchiment thermique est appliqué, celui-ci doit être suivi d'un refroidissement rapide ou d'une transformation immédiate afin de limiter le développement des micro-organismes thermophiles. L'efficacité du

traitement thermique dépend également d'une conception adéquate des équipements, du respect des températures de fonctionnement et d'un contrôle rigoureux des paramètres du procédé. Ces mesures permettent d'assurer la qualité sanitaire et la stabilité du produit conservé (Codex Alimentarius, CXC 1-1969).

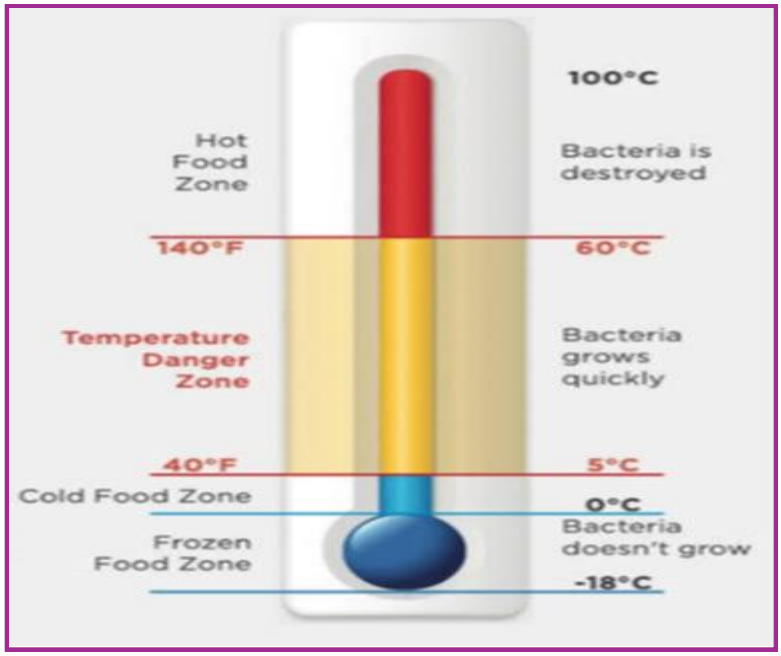


Figure 10 : *Zone de danger thermique et effet de la température sur la croissance bactérienne.*

c. Contrôle microbiologique

Le contrôle microbiologique repose sur la maîtrise de l'ensemble des facteurs susceptibles d'entraîner une contamination du produit. Les matières premières doivent être soumises, lorsque cela est nécessaire, à des analyses microbiologiques afin de vérifier leur conformité sanitaire. La prévention de la contamination croisée constitue également une exigence majeure et implique le lavage régulier des mains, le changement des vêtements de protection ainsi que le nettoyage et la désinfection des équipements. Par ailleurs, seule l'eau potable répondant aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé doit être utilisée dans les opérations de transformation alimentaire. L'ensemble de ces mesures s'inscrit dans l'application des Bonnes Pratiques d'Hygiène et du système HACCP, garantissant la sécurité microbiologique des produits alimentaires transformés (Codex Alimentarius, CXC 1-1969).



Figure 11 : *Contrôle microbiologique des produits alimentaires transformés par culture sur gélos*

Chapitre II

Etude socio-économique

1-Business Model Canvas (BMC)

Projet : Valorisation du foie de poulet par alimentation fonctionnelle et transformation alimentaire.

Tableau 1 : Business Model Canvas (BMC) du projet : alimentation enrichissante et valorisation du foie de poulet.

<table>
<tr><td>Partenaires clés
• Éleveurs de poulets
• Fournisseurs de matières premières • Laboratoires
• Sociétés d'emballage
• Transporteurs
• Organismes de contrôle • Universités et centres de recherche</td><td>Activités clés
• R&D
• Production d'aliments
• Transformation du foie
• Contrôle qualité
• Logistique
• Marketing et vente</td><td>Ressources clés
• Formule alimentaire
• Usine et équipements
• Chambres froides
• Moyens de transport
• Experts
• Capital
• Matières premières</td></tr>
<tr><td colspan="3">Proposition de valeur
• Aliment fonctionnel améliorant la qualité du foie
• Produit sûr et riche en nutriments
• Longue durée de conservation
• Valorisation économique du foie de poulet</td></tr>
<tr><td>Relations clients
• Contrats à long terme
• Support technique
• Fidélisation
• Réseaux sociaux
• Salons professionnels</td><td>Canaux
• Équipe commerciale
• Représentants
• Contrats directs
• Grossistes et détaillants
• Plateformes numériques</td><td>Segments clients
• Éleveurs de volailles
• Entreprises avicoles
• Grossistes alimentaires • Industries agroalimentaires</td></tr>
<tr><td>Structure des coûts
• Matières premières
• Production
• Transformation
• Stockage
• Salaires
• Transport
• Marketing
• R&D</td><td colspan="2">Sources de revenus
• Vente d'aliments spécialisés
• Vente de foie transformé
• Contrats d'approvisionnement
• Exportation (future)</td></tr>
</table>

2-Analyse SWOT :

Sur le plan des forces, on observe principalement l'absence de produits spécifiques destinés à la transformation du foie de poulet de chair, ainsi que le manque d'unités industrielles spécialisées dans sa valorisation en produit stable et stockable. Par ailleurs, la disponibilité importante des élevages de poulets de chair sur le marché constitue un atout majeur garantissant un approvisionnement régulier en matière première.

Concernant les faiblesses, la durée de conservation limitée du foie de poulet après abattage, liée à sa nature biologique, impose des conditions de stockage strictes et contraignantes. À cela s'ajoute le faible nombre d'études scientifiques portant sur sa transformation en produit conservable, ainsi que la concurrence exercée sur les matières premières utilisées dans la formulation des aliments pour animaux.

En termes d'opportunités, l'intérêt croissant des consommateurs pour les aliments riches en fer représente un potentiel de valorisation important. De plus, le lancement d'un produit innovant sur le marché ainsi que le soutien institutionnel et gouvernemental aux projets agricoles constitue des facteurs favorables au développement de cette filière.

Enfin, plusieurs menaces peuvent être identifiées, notamment la réticence initiale des consommateurs vis-à-vis des produits à base de foie, la concurrence ou la possible pénurie des matières premières destinées à l'alimentation animale, ainsi que les limites liées à l'insuffisance d'équipements et de technologies de réfrigération et de transformation.

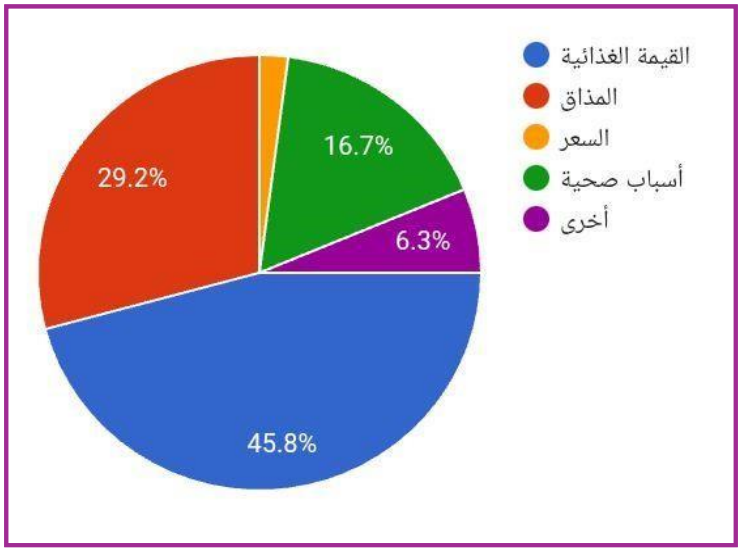
3-Nature et intensité de la compétition :

Tableau 2 : Analyse des concurrents : nature et intensité de la concurrence

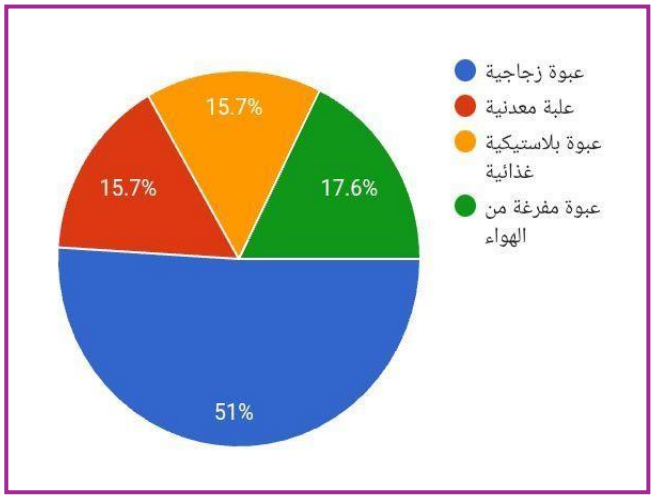
Concurrents	Nature de la concurrence (directe)	Nature de la concurrence (indirecte)	Intensité de la Compétition (faible)	Intensité de la compétition (modérée)	Intensité de compétitif on (élevé)
-Producteurs et fournisseurs de foie de poulet de chair (abattoirs ; consommateurs préférant le foie de poulet frais).		/		/	
-Entreprises étrangères spécialisées dans la production de foie de poulet de chair (transformation et mise en conserve).		/		/	

4-Résultats du questionnaire sur le produit à base de foie de poulet :

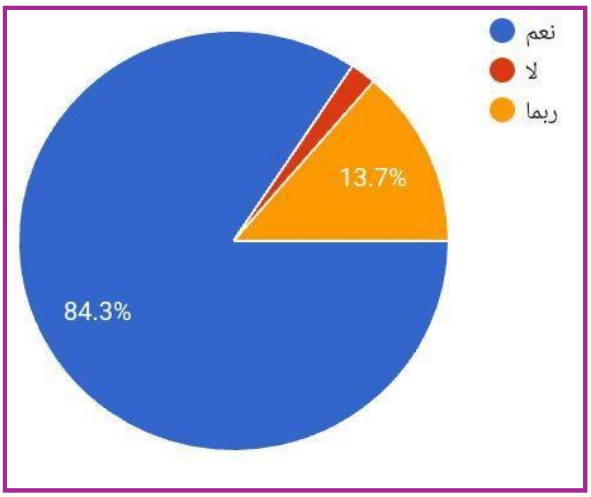
1-Les principales raisons de la consommation du foie de poulet :



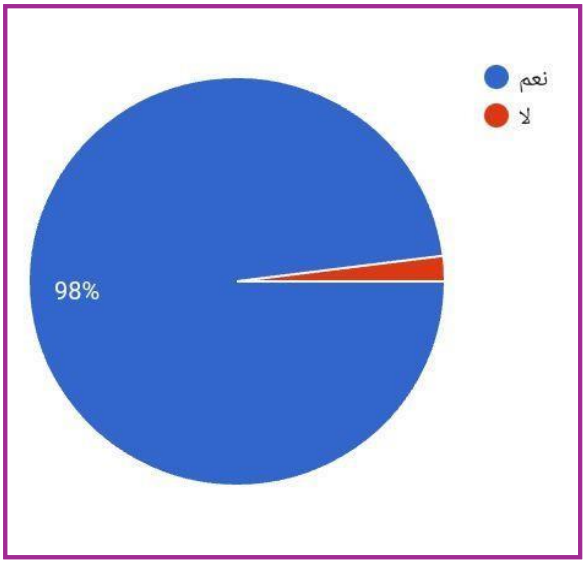
2-Les types d'emballage préférés par les consommateurs :



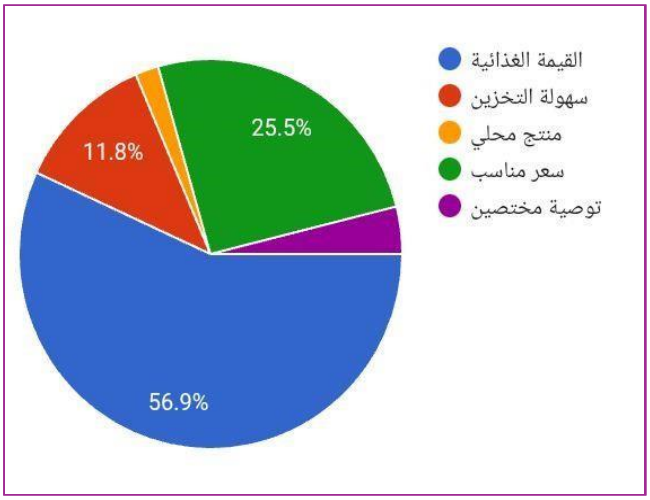
3-Le degré d'adhésion au développement et à la commercialisation des produits à base de foie de poulet en Algérie



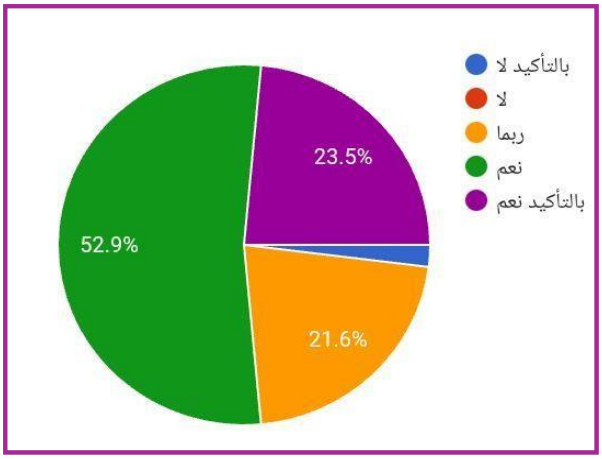
4-Le niveau de connaissance des consommateurs sur la valeur nutritionnelle du foie de poulet :



5-Les facteurs influençant la décision d'achat du produit :



6-L'intention d'achat du produit après la confirmation de sa qualité et de sa sécurité par des analyses de laboratoire



5-Traitement statistiques :

L'analyse statistique des données recueillies auprès de 53 répondants a montré que la consommation du foie de poulet est largement répandue (M = 0,92 ± 0,27). La connaissance de sa valeur nutritionnelle est également très élevée (M = 0,98 ± 0,14). L'intérêt pour l'essai d'un nouveau produit à base de foie de poulet a enregistré une moyenne de 0,77 ± 0,32, tandis que l'acceptation d'un produit conservable a atteint 0,67 ± 0,37.

L'analyse de corrélation a révélé une relation positive modérée entre l'intérêt porté au produit et sa qualité perçue (r = 0,32). En revanche, les autres corrélations observées sont restées faibles.

Le test t de Student n'a montré aucune différence significative entre les sexes concernant la volonté d'essayer le produit (p = 0,395). De même, l'analyse de variance (ANOVA) n'a révélé aucun effet significatif de l'âge sur cette variable (p = 0,564).

Chapitre III

Matériel et Méthode

Partie I : Enrichissement nutritionnel du foie par l'alimentation

Cette étape vise à améliorer la valeur nutritionnelle du foie du poulet de chair à travers une supplémentation alimentaire raisonnée en micronutriments essentiels, notamment le fer, la vitamine A, les vitamines du groupe B (B2, B9 et B12), ainsi que certains oligoéléments tels que le cuivre, le zinc et le sélénium.

1-Dispositif expérimental

Animaux expérimentaux

L'étude a été réalisée sur des poulets de chair de souche Cobb 500. Le nombre total d'animaux utilisés est de 64 individus, avec un âge de départ de 22 jours. L'élevage s'est poursuivi jusqu'à l'âge de 42 jours.

Conditions d'élevage

Tous les animaux ont été élevés dans des conditions identiques d'ambiance et d'alimentation, afin de limiter les effets de variation environnementale et de garantir la comparabilité des résultats.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est organisé en quatre lots, comprenant chacun deux répétitions de huit poulets, soit un total de 64 animaux. Les lots sont répartis comme suit :

- **Lot 1** : aliment témoin, utilisé comme référence pour la comparaison.
- **Lot 2** : aliment enrichi en graines ou huile de lin, visant l'amélioration du profil lipidique.
- **Lot 3** : aliment enrichi en vitamine E et sélénium, visant l'amélioration du statut antioxydant.
- **Lot 4** : aliment combiné associant lin, vitamine E et sélénium, visant une optimisation globale des performances et de la qualité des tissus.

1.2. Conduite expérimentale

L'essai est structuré en deux phases : une phase de croissance allant de 22 à 35 jours, suivie d'une phase de finition de 36 à 42 jours.

Paramètres mesurés

Les paramètres suivants ont été évalués au cours de l'expérimentation :

- Performances de croissance : poids vif, gain moyen quotidien et consommation alimentaire.
- Indicateurs liés au foie : poids du foie, aspect macroscopique (normal ou gras) et indice hépatique.

L'objectif de cet enrichissement est d'obtenir un foie à haute valeur nutritionnelle présentant des valeurs cibles de l'ordre de 9 à 13 mg de fer pour 100 g, une teneur en protéines comprise entre 18 et 22 %, une teneur en lipides de 4 à 6 % et moins de 3 % de glucides, tout en augmentant sa concentration en vitamines et minéraux essentiels à la santé humaine.

2. Prélèvement des foies

Les foies sont prélevés immédiatement après l'abattage des poulets de chair dans des conditions d'hygiène strictes afin d'éviter toute contamination et altération de la qualité des échantillons.

2.1. Pesée des foies

Chaque foie est pesé individuellement afin de déterminer le poids moyen et de permettre le calcul des indices morphologiques et hépatiques.



Figure 12 : *Pesée individuelle des foies pour le calcul des indices morphologiques et hépatiques.*

2.2. Conservation à basse température

-Les échantillons sont conservés à basse température (réfrigération ou congélation) immédiatement après prélèvement afin de préserver leur intégrité nutritionnelle et limiter les phénomènes d'oxydation et de dégradation microbienne**.**



Figure 13 : Conservation des échantillons à basse température afin de préserver leur qualité nutritionnelle et microbiologique.

2.3. Préparation des échantillons pour analyses

Les foies sont ensuite préparés pour les analyses physico-chimiques par homogénéisation et conditionnement dans des conditions contrôlées, garantissant la représentativité des échantillons.

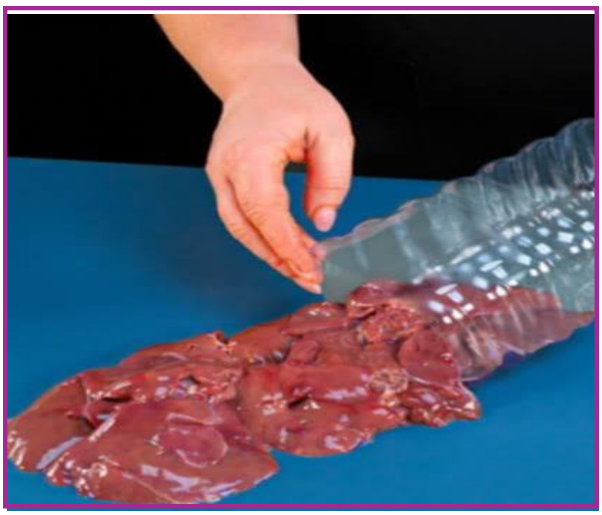


Figure 14 : *Collecte et préparation des foies de poulet destinés aux analyses physico-chimiques.*

2.4. Séparation des échantillons

Une séparation est effectuée entre les foies destinés aux analyses nutritionnelles et ceux réservés à la transformation technologique (pâté, terrine ou conserve), afin d'éviter toute interférence entre les deux objectifs expérimentaux.



Figure 15 : *Tri et séparation des échantillons de foie de poulet selon leur destination expérimentale (analyses nutritionnelles et transformation technologique).*

3-Analyses nutritionnelles du foie frais

Les analyses nutritionnelles ont été réalisées sur le foie frais afin d'évaluer l'effet de l'enrichissement alimentaire sur la composition du produit. Les paramètres suivants ont été déterminés :

- Teneur en humidité ;
- Teneur en protéines ;
- Teneur en matières grasses ;
- Teneur en cendres ;
- Teneurs en minéraux, notamment le fer, le zinc et le sélénium ;
- Teneurs en vitamines liposolubles, notamment les vitamines A et E ;
- Profil en acides gras ;
- Indice d'oxydation lipidique.

Ces analyses permettent de caractériser la qualité nutritionnelle et la stabilité oxydative du foie avant transformation.

Formulation de la conserve fonctionnelle

La conserve fonctionnelle à base de foie de poulet est élaborée à partir de foie enrichi en micronutriments, associé à des ingrédients technologiques simples permettant d'assurer la stabilité du produit, sa qualité nutritionnelle et ses caractéristiques sensorielles.

Le procédé de formulation vise à obtenir un produit stable, nutritif et conservable, adapté à une transformation industrielle sécurisée après traitement thermique de type stérilisation.

Parie II : Transformation technologique et valorisation économique du foie

Après l'abattage, les foies sont soumis à un procédé de transformation visant à obtenir un produit alimentaire stable, sûr et à longue durée de conservation.

2. Parage et nettoyage : Élimination des vaisseaux sanguins et des impuretés.

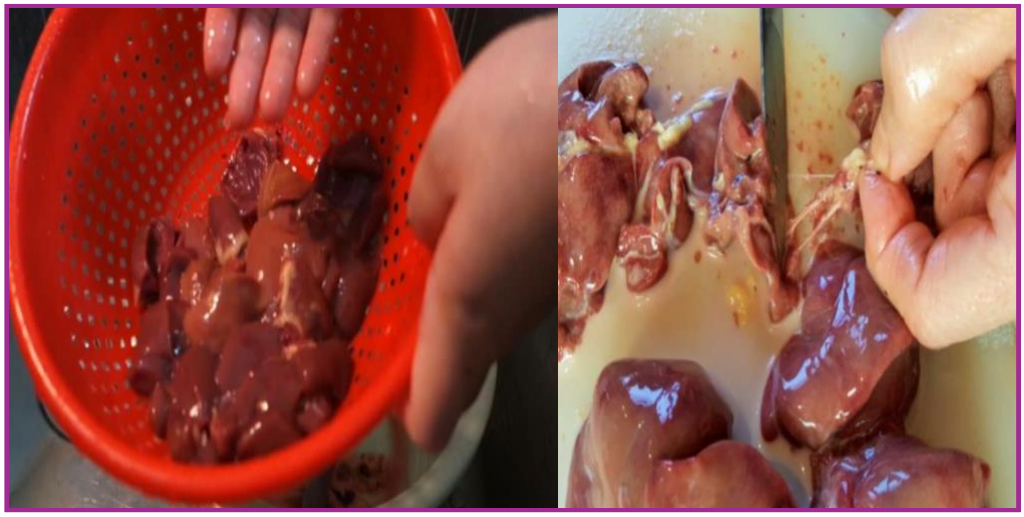


Figure 16 : *Lavage et égouttage des foies de poulet avant transformation*

2. Dégorgeage

Trempage dans une solution saline afin d'éliminer l'excès de sang et d'améliorer la qualité du produit.



Figure 17 : *Opération de dégorgeage des foies de poulet dans une saumure.*

3. Formulation

Incorporation d'ingrédients technologiques tels que le sel, les épices, les antioxydants naturels (acide ascorbique) et des agents texturants autorisés.



Figure 18 : *Homogénéisation du mélange de foie de poulet et des ingrédients technologiques.*

4. Pré-cuisson

Traitement thermique préliminaire permettant d'améliorer la texture et de réduire les pertes en eau.

5. Conditionnement

Mise en boîte métallique avec ajout éventuel d'huile alimentaire ou d'arômes naturels.



Figure 19 : *Mise en boîte du produit dans des emballages métalliques.*

6. Sertissage : Fermeture hermétique des boîtes.



Figure 20 : *Opération de sertissage assurant la fermeture hermétique des boîtes de conserve.*

7. Stérilisation

Traitement thermique en autoclave à une température comprise entre 115 °C et 121 °C afin d'assurer la sécurité microbiologique du produit.



Figure 21 : *Autoclaves utilisés pour la stérilisation thermique des conserves alimentaires.*

Chapitre IV

Résultats et Discussion

Résultats (startup)

Obtention d'un produit alimentaire à haute valeur nutritionnelle

Valorisation du foie du poulet de chair comme source de protéines, de fer, de vitamines et de minéraux ; Réduction du gaspillage des protéines animales ; Développement d'un produit stable, conservable et commercialisable ; Contribution à la sécurité alimentaire et à l'économie circulaire.

Analyses de la conserve de foie

Dans le cadre de la valorisation du foie de poulet de chair enrichi sous forme de conserve (pâté de foie), plusieurs analyses physico-chimiques, nutritionnelles, microbiologiques et sensorielles sont proposées afin d'évaluer la qualité et la stabilité du produit final.

Les paramètres physico-chimiques incluent la mesure du pH, qui permet d'évaluer l'acidité du produit et sa stabilité microbiologique, ainsi que l'activité de l'eau (aw), lorsqu'elle est disponible, afin d'estimer le risque de développement microbien. La couleur et la texture sont également évaluées comme indicateurs de qualité technologique et d'acceptabilité du procédé de transformation.

L'évaluation de l'oxydation lipidique permet de vérifier la stabilité des lipides et l'absence de rancissement, tandis que les analyses nutritionnelles portent sur la teneur en protéines, en lipides ainsi qu'en micronutriments essentiels tels que la vitamine A, la vitamine E, le fer et le sélénium.

Sur le plan microbiologique, des analyses sont réalisées afin de vérifier la conformité sanitaire du produit et l'efficacité du traitement thermique appliqué lors de la stérilisation. Un test de stabilité par incubation est également envisagé pour confirmer la stérilité commerciale et la conservation du produit dans le temps.

Enfin, une évaluation sensorielle est proposée afin d'apprécier les caractéristiques organoleptiques du produit fini et son acceptabilité globale.

Effet de l'alimentation sur les performances zootechniques

Selon la littérature, l'enrichissement de l'alimentation des poulets de chair en graines de lin, vitamine E et sélénium peut influencer positivement les performances zootechniques lorsqu'il est appliqué à des niveaux adaptés. Les acides gras essentiels, les vitamines et les oligoéléments

participent à l'amélioration du métabolisme, de l'utilisation des nutriments et du statut antioxydant de l'animal. Toutefois, l'ampleur de cet effet dépend de la composition de la ration et des conditions d'élevage.

Effet de l'alimentation sur la composition du foie

La composition du foie est fortement influencée par l'alimentation. Les travaux d'Albergamo et al. (2022) montrent que l'incorporation de graines ou d'huile de lin permet d'améliorer le profil en acides gras, notamment par l'augmentation des acides gras polyinsaturés. De même, la vitamine E et le sélénium contribuent à renforcer la stabilité oxydative des tissus. Ainsi, une alimentation ciblée pourrait permettre d'obtenir un foie présentant une valeur nutritionnelle supérieure à celle d'un foie issu d'une alimentation conventionnelle.

Effet du traitement thermique sur les nutriments

Le traitement thermique constitue une étape indispensable pour assurer la sécurité sanitaire des conserves. Cependant, il peut entraîner certaines pertes nutritionnelles, notamment pour les vitamines thermosensibles. Les protéines et les minéraux sont généralement peu affectés par la chaleur, tandis que certaines vitamines peuvent voir leur teneur diminuer après stérilisation. Le défi technologique consiste donc à trouver un compromis entre sécurité microbiologique et préservation de la qualité nutritionnelle.

Qualité microbiologique de la conserve

La qualité microbiologique représente l'un des principaux critères de sécurité des conserves alimentaires. Selon le Codex Alimentarius, la maîtrise des matières premières, du traitement thermique, du conditionnement et des règles d'hygiène est essentielle pour prévenir le développement des microorganismes pathogènes. Lorsque ces conditions sont respectées, la conserve peut atteindre la stérilité commerciale et présenter une bonne stabilité au stockage.

Qualité sensorielle du produit final

La qualité sensorielle détermine en grande partie l'acceptabilité du produit par le consommateur. Les caractéristiques recherchées sont généralement une couleur homogène, une odeur agréable, une texture onctueuse et une bonne tartinabilité. Les ingrédients fonctionnels utilisés dans l'alimentation ne doivent pas altérer les qualités organoleptiques du

produit final. Au contraire, ils peuvent contribuer à améliorer sa qualité globale grâce à une meilleure stabilité des lipides.

Comparaison entre conserve témoin et conserve enrichie

D'après les données de la littérature, une conserve élaborée à partir d'un foie enrichi en oméga-3, vitamine E et sélénium pourrait présenter une valeur nutritionnelle supérieure à celle d'une conserve témoin. Les différences attendues concernent principalement la composition lipidique, la teneur en micronutriments et la stabilité oxydative. En revanche, les caractéristiques microbiologiques devraient rester similaires si les mêmes conditions de fabrication et de stérilisation sont appliquées.

Discussion

Malgré son intérêt nutritionnel, le produit présente certaines limites. Le foie est naturellement riche en vitamine A, ce qui nécessite une consommation modérée et un étiquetage nutritionnel adapté. Par ailleurs, l'enrichissement alimentaire peut entraîner une augmentation du coût de production. Enfin, l'acceptation du produit par le consommateur dépendra de ses habitudes alimentaires, de sa perception des abats et de sa sensibilité aux produits innovants issus de la valorisation des coproduits avicoles.

Le travail réalisé s'inscrit dans une logique déjà explorée par plusieurs études antérieures, tout en apportant une approche intégrée combinant alimentation fonctionnelle et transformation technologique du foie de poulet. Sur le plan de l'enrichissement nutritionnel, les résultats attendus sont cohérents avec ceux d'Albergamo et al. (2022), qui ont montré que l'incorporation de sources lipidiques riches en acides gras polyinsaturés, notamment le lin, améliore significativement le profil en acides gras des tissus aviaires, tandis que la vitamine E et le sélénium contribuent à limiter l'oxydation lipidique et à stabiliser la qualité des produits carnés. De même, des travaux en nutrition avicole ont confirmé que ces compléments exercent un effet positif sur le statut antioxydant des tissus, bien que l'ampleur des modifications dépende fortement du niveau d'incorporation et de la durée d'élevage. Concernant la transformation technologique, les résultats attendus rejoignent les conclusions de Qu et al. (2021), qui ont montré que les paramètres de cuisson influencent directement la texture, la couleur et les pertes de masse du foie de poulet, avec un compromis critique entre sécurité microbiologique et acceptabilité sensorielle, notamment dans les produits de type pâté ou terrine. Par ailleurs, les recommandations du Codex Alimentarius confirment que les traitements thermiques appliqués aux produits peu acides doivent garantir la stérilité commerciale tout en minimisant la dégradation nutritionnelle, ce qui est cohérent avec le procédé de stérilisation proposé dans ce travail. Enfin, comparativement aux travaux précédents centrés soit sur l'alimentation animale, soit sur la transformation des produits carnés, cette étude se distingue par une approche combinée reliant directement la modulation de la composition du foie à sa valorisation en conserve fonctionnelle, ce qui constitue une contribution originale mais dont la validation dépendra fortement de la rigueur des analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles réalisées.

Conclusion générale

Conclusion

Ce travail est une **Startup** qui s'inscrit dans la stratégie de l'État algérien visant à renforcer la sécurité alimentaire et à promouvoir l'économie circulaire, notamment à travers la valorisation des produits animaux.

Ce projet constitue une réponse innovante au problème du gaspillage des protéines animales, en valorisant les sous-produits, en particulier le foie du poulet de chair, pour les transformer en produits à forte valeur ajoutée.

Il propose une approche intégrée combinant alimentation ciblée et transformation technologique, permettant d'améliorer la valeur nutritionnelle du produit et d'ouvrir des perspectives de valorisation industrielle et commerciale.

Perspectives possibles :

Nous envisageons, dans une perspective future, de poursuivre le développement de la formulation du produit à base de foie de poulet afin d'améliorer davantage sa valeur nutritionnelle. Il serait également pertinent d'étudier la durée de conservation ainsi que les conditions optimales de stockage, conformément aux exigences sanitaires et microbiologiques.

Par ailleurs, l'utilisation de conservateurs naturels tels que le curcuma et l'ail pourrait être explorée afin de limiter le recours aux additifs chimiques. De plus, l'adaptation du produit aux préférences des consommateurs constitue un axe important d'amélioration sensorielle.

Enfin, une diversification des formats du produit (petite, moyenne et familiale) pourrait être envisagée afin de répondre aux différents segments du marché.

Références bibliographiques

1. Alders, R. G. (2005). *Poultry for profit and pleasure: A guide to poultry development in low-income countries*. FAO.

2. Bedford, M. R. (2000). Exogenous enzymes in monogastric nutrition: Their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*.

3. Botsoglou, N. A., Govaris, A., Botsoglou, E., Fletouris, D., & Yannakopoulos, A. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in broiler meat. *Meat Science*.

4. Centre Hépato-Biliaire Paul Brousse. (2014). *Les fonctions du foie*.

5. Cherian, G., & Sim, J. S. (2007). Effect of feeding full-fat flax and canola seeds to laying hens on the composition of eggs. *Poultry Science*.

6. Codex Alimentarius Commission. (2022). *General principles of food hygiene (CXC 1-1969)*. FAO/WHO.

7. El-Bahr, S. M., Shousha, S., Shehab, A., Khattab, W., Ahmed-Farid, O., Sabike, I., et al. (2021). Nutritional enrichment of broiler meat through dietary manipulation and its impact on meat quality. *Animals, 11*(10), 2939.

8. FAO. (2013). *Poultry development review*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

9. FAO. (2013). *Poultry in human nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

10. FAO. (2019). *The state of food and agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

11. Fritts, C. A., & Waldroup, P. W. (2003). Effect of dietary omega-3 fatty acid enrichment on broiler meat quality. *Poultry Science*.

12. Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K., & Bawa, A. S. (2012). Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: A review. *Journal of Food Science and Technology, 49*(3), 278–293. https://doi.org/10.1007/s13197-011-0290-7

13. Kidd, M. T., & Tillman, P. B. (2016). Nutrition and immune function in poultry: A review. *World's Poultry Science Journal*.

14. Kirouani, S., & Kechida, S. (2014). *Composition nutritionnelle et valeur alimentaire des abats de volaille* [Mémoire de master, Université Ferhat Abbas Sétif 1].

15. Lessire, M. (2001). Matières grasses alimentaires et composition lipidique des volailles. *Productions Animales*.

16. Manuels MSD. (2025). *Foie : troubles du foie et de la vésicule biliaire*.

17. National Institutes of Health. (2024). *Vitamin A: Fact sheet for health professionals*. Office of Dietary Supplements.

18. Niu, Z., Liu, F., Yan, Q., & Li, W. (2009). Vitamin D and poultry meat quality. *Poultry Science*.

19. Qu, Y., Zhou, Z., Tang, J., Spalani, S., & Ross, C. F. (2021). Changes in chicken liver quality during cooking. *Poultry Science, 100*(9), 101316. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101316

20. Saleh, A. A., Amber, K. A., Soliman, M. M., & Soliman, N. K. (2019). Dietary energy and protein levels and their effects on broiler performance and meat traits. *Poultry Science*.

21. Surai, P. F. (2002). *Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction*. Nottingham University Press.

22. Tan, B., Li, X., & Liu, H. (2014). Branched-chain amino acids in poultry nutrition. *Poultry Science*.

23. Temple, N. J. (2022). A rational definition for functional foods and evidence requirements for their health benefits. *Nutrients, 14*(15), 3074.

24. United States Department of Agriculture. (2024). *FoodData Central: Chicken, liver, all classes, cooked, simmered*. USDA Agricultural Research Service.

25. Wang, Y., Dong, X., & Tong, J. (2016). Probiotics and poultry production: Effects on gut health and meat quality. *Poultry Science*.

26. Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*.

Annexe

Questionnaire

Étude des habitudes de consommation et de l'acceptabilité d'un produit à base de foie de pouletDans le cadre de notre mémoire de master portant sur la valorisation du foie de poulet de chair, ce questionnaire vise à étudier les habitudes de consommation, la perception de la valeur nutritionnelle ainsi que le degré d'acceptabilité d'un produit innovant à base de foie de poulet.

L'enquête est anonyme et les données seront utilisées uniquement à des fins scientifiques.

1. Informations générales

Sexe : ☐ Homme ☐ Femme

Âge : ☐ <20 ☐ 20–30 ☐ 31–40 ☐ >40

Niveau d'éducation : ☐ Secondaire ☐ Universitaire ☐ Post-gradué ☐ Autre

2. Habitudes de consommation

Consommez-vous le foie de poulet ? ☐ Oui ☐ Non

Fréquence de consommation : ☐ Hebdomadaire ☐ Mensuelle ☐ Rarement

Raison principale de consommation : ☐ Nutrition ☐ Goût ☐ Prix ☐ Santé ☐ Autre

Contraintes rencontrées : ☐ Conservation ☐ Qualité ☐ Disponibilité ☐ Altération rapide

Le foie de poulet est-il riche en nutriments ? ☐ Oui ☐ Non

3. Acceptabilité du produit

Intérêt pour un produit transformé : ☐ Oui ☐ Non ☐ Peut-être

Intention de consommation : ☐ Faible ☐ Moyenne ☐ Élevée

Facteur important : ☐ Nutrition ☐ Sécurité ☐ Prix ☐ Goût

Acceptation d'un nouveau produit : ☐ Oui ☐ Non ☐ Peut-être

4. Caractéristiques du produit

Forme préférée : ☐ Pâté ☐ Conservé ☐ Déshydraté ☐ Autre

Durée de conservation souhaitée : ☐ <1 mois ☐ 1–3 mois ☐ 3–6 mois ☐ >6 mois

Type d'emballage : ☐ Verre ☐ Métal ☐ Plastique ☐ Sous vide

5. Marketing et perception

Prix acceptable : ☐ <200 DA ☐ 200–400 ☐ 400–600 ☐ >600

Facteur d'achat : ☐ Nutrition ☐ Prix ☐ Produit local ☐ Recommandation

Achat si qualité prouvée : ☐ Oui ☐ Non ☐ Peut-être

Importance de l'étiquetage nutritionnel : ☐ Oui ☐ Non

Valorisation des coproduits : ☐ Oui ☐ Non ☐ Sans opinion

Développement du produit en Algérie : ☐ Oui ☐ Non ☐ Peut-être

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
العلوم
Dpartement D' Agronomie
Réf : / D S AGRO/2026

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة
كلية
قسم علوم الفلاحة
رقم : / ق ع ف 2026

Skikda le : 26 JUIN 2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : .....**Sayad Ibtisem**..... Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : ***Gourgane Ikram***

Spécialité : .....**Production et Nutrition**.....

Intitulé : ***Optimisation de la qualité nutritionnelle du foie de volaille par alimentation ciblée du poulet de chair et valorisation industrielle en conserve fonctionnelle.***

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury
	Sayad